

PCT/JP 2004/006277

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

30.4.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年 5月 1日

出 願 番 号
Application Number: 特願2003-126504
[ST. 10/C]: [JP 2003-126504]

REC'D 01 JUL 2004	
WIPO	PCT

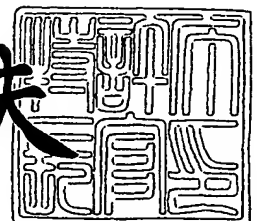
出 願 人
Applicant(s): 株式会社小松製作所

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 6月10日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 1B03002

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B21D 43/05

【発明者】

【住所又は居所】 石川県小松市八日市町地方 5 株式会社小松製作所 小松工場内

【氏名】 高山 幸良

【特許出願人】

【識別番号】 000001236

【氏名又は名称】 株式会社小松製作所

【代理人】

【識別番号】 100071054

【弁理士】

【氏名又は名称】 木村 高久

【代理人】

【識別番号】 100106068

【弁理士】

【氏名又は名称】 小幡 義之

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 006460

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 タンデムプレスライン及びタンデムプレスラインの運転制御方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ワークを成形するプレス装置と、二つのプレス装置間でワークを搬出し、搬送し、搬入するワーク搬送装置と、を備え、複数のプレス装置を配列すると共に、互いに隣接するプレス装置間にワーク搬送装置を配置したタンデムプレスラインの運転制御方法において、

互いに隣接するプレス装置が一定の位相差を保って動作するように、上流側プレス装置の動作に応じた信号に基づいて下流側プレス装置の動作を制御するプレス制御工程と、

上流側プレス装置近傍のワーク搬出区間では、上流側プレス装置の動作とワーク搬送装置の動作とが同期するように、上流側プレス装置の動作に応じた信号に基づいてワーク搬送装置の動作を制御し、下流側プレス装置近傍のワーク搬入区間では、下流側プレス装置の動作とワーク搬送装置の動作とが同期するように、下流側プレス装置の動作に応じた信号に基づいてワーク搬送装置の動作を制御し、上流側プレス装置と下流側プレス装置の間のワーク搬送区間では、ワーク搬送装置独自の信号に基づいてワーク搬送装置の動作を制御するワーク搬送制御工程と、を少なくとも備えたこと

を特徴とするタンデムプレスラインの運転制御方法。

【請求項 2】 互いに隣接するプレス装置のスライド位置を示す指標値を、互いに対応させて予め記憶しておき、

前記プレス制御工程では、各プレス装置毎にスライド位置を示す指標値を検出し、検出した上流側プレス装置の指標値に基づいて対応する下流側プレス装置の指標値を求め、検出した下流側プレス装置の指標値と求めた下流側プレス装置の指標値とを一致させるように下流側プレス装置の動作を制御すること

を特徴とする請求項 1 記載のタンデムプレスラインの運転制御方法。

【請求項 3】 各プレス装置を連続動作すること

を特徴とする請求項 1 記載のタンデムプレスラインの運転制御方法。

【請求項 4】 前記プレス制御工程では、下流側プレス装置に備えられたモータの速度を制御すること

を特徴とする請求項 1 記載のタンデムプレスラインの運転制御方法。

【請求項 5】 前記ワーク搬送制御工程では、ワーク搬出区間とワーク搬送区間との境界で、上流側プレス装置の動作に応じた信号とワーク搬送装置独自の信号との差を小さくし、ワーク搬入区間とワーク搬送区間との境界で、下流側プレス装置の動作に応じた信号とワーク搬送装置独自の信号との差を小さくするようにワーク搬送装置の動作を制御すること

を特徴とする請求項 1 記載のタンデムプレスラインの運転制御方法。

【請求項 6】 ワークを成形するプレス装置と、二つのプレス装置間でワークを搬出し、搬送し、搬入するワーク搬送装置と、を備え、複数のプレス装置を配列すると共に、互いに隣接するプレス装置間にワーク搬送装置を配置したタンデムプレスラインにおいて、

互いに隣接するプレス装置が一定の位相差を保って動作するように、上流側プレス装置の動作に応じた信号に基づいて下流側プレス装置の動作を制御するプレス制御部と、

上流側プレス装置近傍のワーク搬出区間では、上流側プレス装置の動作とワーク搬送装置の動作とが同期するように、上流側プレス装置の動作に応じた信号に基づいてワーク搬送装置の動作を制御し、下流側プレス装置近傍のワーク搬入区間では、下流側プレス装置の動作とワーク搬送装置の動作とが同期するように、下流側プレス装置の動作に応じた信号に基づいてワーク搬送装置の動作を制御し、上流側プレス装置と下流側プレス装置の間のワーク搬送区間では、ワーク搬送装置独自の信号に基づいてワーク搬送装置の動作を制御するワーク搬送制御部と、を備えたこと

を特徴とするタンデムプレスライン。

【請求項 7】 互いに隣接するプレス装置のスライド位置を示す指標値を、互いに対応させて予め記憶する記憶部を備え、

前記プレス制御部は、各プレス装置毎にスライド位置を示す指標値を検出し、検出した上流側プレス装置の指標値に基づいて対応する下流側プレス装置の指標

値を求め、検出した下流側プレス装置の指標値と求めた下流側プレス装置の指標値とを一致させるように下流側プレス装置の動作を制御すること

を特徴とする請求項6記載のタンデムプレスライン。

【請求項8】 各プレス装置を連続動作すること

を特徴とする請求項6記載のタンデムプレスライン。

【請求項9】 前記プレス制御部は、下流側プレス装置に備えられたモータの速度を制御すること

を特徴とする請求項6記載のタンデムプレスライン。

【請求項10】 前記ワーク搬送制御部は、ワーク搬出区間とワーク搬送区間との境界で、上流側プレス装置の動作に応じた信号とワーク搬送装置独自の信号との差を小さくし、ワーク搬入区間とワーク搬送区間との境界で、下流側プレス装置の動作に応じた信号とワーク搬送装置独自の信号との差を小さくするようにワーク搬送装置の動作を制御すること

を特徴とする請求項6記載のタンデムプレスライン。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ワークを成形するプレス装置と、二つのプレス装置間でワークを搬出し、搬送し、搬入するワーク搬送装置と、を備え、複数のプレス装置を配列すると共に、互いに隣接するプレス装置間にワーク搬送装置を配置したタンデムプレスラインの運転制御方法及びタンデムプレスラインに関する。

【0002】

【従来の技術】

一つのワークに対する絞り、曲げ、穴あけ、縁取りなどの複数の成形を効率的に行うプレスの形態として、例えば、タンデムプレスラインが知られている。タンデムプレスラインには一列に配置された複数のプレス装置（以下、「プレス」という）が設けられており、ワークは上流側プレスから下流側プレスに搬送され、各プレスで順次プレス成形される。ワークの搬送は人手を介する場合やワーク搬送装置を介する場合等がある。各プレスにはメインモータがそれぞれ設けられ

ており、駆動機構を介してメインモータの回転動作がスライドの昇降動作（往復動作）に変換される。各メインモータの制御は其々独立して行われるため、各プレスのスライドの昇降動作は個々に独立して行われる。以下、プレスおよびワーク搬送装置に関して其々説明する。

【0003】

[プレスに関して]

図11は駆動機構の模式図であり、ここではその一例としてクランクプレスの駆動機構を示している。メインモータ51の回転軸にはモータプーリー52が設けられており、モータプーリー52とフライホイール54はベルト53を介して連結されている。フライホイール54とクラッチ55の第1係合部材は連結され、クラッチ55の第2係合部材にはドライブシャフト56が連結されている。更にドライブシャフト56にはブレーキ57が設けられている。ドライブシャフト56の一部とメインギヤ58は噛合されており、メインギヤ58はクランクシャフト59の一部に固着されている。クランクシャフト59のクランク部分にはコンロッド45を介してスライド16が吊設されている。

【0004】

この駆動機構によれば、メインモータ51によってフライホイール54が回転され、フライホイール54の回転エネルギーがクラッチ55およびメインギヤ58を介してクランクシャフト59に伝達される。そしてクランクシャフト59が回転され、その回転動作がスライド16の昇降動作に変換される。また、クラッチ55の係合と解放とを切り換えることによって、スライド16の動作と停止とが切り換えられる。なお、駆動機構には更に複数段のギヤが組み合わせた変速機構が設けられる場合もある。

【0005】

各プレスにおけるスライド昇降動作は次のように制御される。スライド16が上死点に到達すると、クラッチ55の解放とブレーキ57の制動によってスライド16が上死点で停止する。プレスの加工ステーションから成形後のワークが搬出され、更にプレスの加工ステーションへ成形前のワークが搬入されると、クラッチ55の係合とブレーキ57の解放によってスライド16が上死点から下降す

る。スライド16が下死点を通過し上死点に到達すると、クラッチ55の解放とブレーキ57の制動によってスライド16は再び上死点で停止する。このように各プレスはクラッチ55の係合と解放が繰り返され、断続運転される。

【0006】

タンデムプレスラインによれば、プレスの組合せや順序を用途に応じて設定できる。また、ライン上の一部プレスによるプレス成形を要しない場合は、そのプレスを停止させたり、そのプレスを他のワークのプレス成形のために使用したりすることができる。こうしたことから、タンデムプレスラインは様々なプレス成形の態様に適用させることができ、自由度が高いといえる。

【0007】

タンデムプレスラインに対し、一列に配置された複数の加工ステーションを有する形態としてトランスファプレスがある。トランスファプレスは、一つのスライドに複数の加工ステーションを有し、一つのメインモータで各スライドを昇降動作させている。このため、各プレスのスライド昇降動作は同期する。したがって、生産効率は高いが、プレス加工の態様が一定であるため自由度は低い。

【0008】

[ワーク搬送装置に関して]

互いに隣接するプレス間におけるワーク搬送方法としては、ロボット方式またはローダ・アンローダ方式が知られている。ここで、ロボット方式とは、隣接するプレス間に多関節型のハンドリングロボットを設置し、このハンドリングロボットにより前工程のプレスからワークを搬出するとともに、このワークを次工程のプレスに搬入するようにしたものである。これに対してローダ・アンローダ方式とは、プレス本体の上流側側面と下流側側面とにそれぞれリンク構造のローダおよびアンローダをそれぞれ設けるとともに、上流側のアンローダと下流側のローダとの間にシャトル台車を設け、プレス本体に対するワークの搬出および搬入をそれぞれアンローダおよびローダで行い、次工程へのワークの搬送をシャトル台車にて行うようにしたものである。

【0009】

しかし、これら従来方式においては、上流側および下流側の各プレスのそれぞ

れの断続的な動きに追従させてワークを搬送する必要があり、しかもワーク搬送時に金型等との干渉が生じないようにする必要があることから、ワークのハンドリング速度を高速化できず、生産速度の向上に限界があるという問題点がある。さらに、ロボット方式の場合には、搬送軌跡をティーチングするのにそのティーチングが困難で、かつ長時間を要するという問題点があり、ローダ・アンローダ方式の場合には、シャトル台車を隣接するプレス間に設置する必要があることから、装置が大掛かりになって大きな設置スペースが必要になるという問題点がある。

【0010】

これらの問題点を解消するために、本出願人は、ワーク搬送軌跡のティーチングが短時間で容易にでき、しかもワーク搬送速度を高速化できるタンデムプレスラインのワーク搬送方法およびワーク搬送装置を先願発明として既に提案している（特願 2001-400849号）。この先願発明のワーク搬送装置は、ワーク搬送方向と平行に上下動自在なリフトビームを設けるとともに、このリフトビームの長手方向に沿って移動自在なキャリアおよびサブキャリアを設け、左右一对のサブキャリア間にワーク保持手段を有するクロスバーを設けた構成を備えたものとされている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

タンデムプレスラインの生産効率を向上させる最も有効的な手段は、各プレスを連続運転させ、更にワーク搬送装置をプレスに追従させて運転することである。しかしこのような運転を行うには次のような障害がある。

【0012】

例えば、複数のプレスの各スライドを同時に同速度で上死点から下降させてプレス成形を行うものと仮定する。この場合、各スライドが1ストロークの動作をして上死点に戻るタイミングが同じであれば問題はないが、実際はそのタイミングはずれる。これは各プレスのスローダウンが異なるため、プレス動作の周期が異なることに起因する。

【0013】

スローダウンとはフライホイールの回転数が一時的に低下する現象のことをいい、プレス成形の荷重等により避けられない現象である。様々な要素、例えばプレス成形に要するエネルギーやメインモータ容量やフライホイールの大きさ等、に応じてスローダウンは決定されるが、これらの要素が各プレス間で異なるため、各プレスのスローダウンは異なる。

【0014】

図12はスライド位置を時間経過と共に示す図であり、隣接するプレスを連続運転した場合の各プレスのスライド位置を示している。図12の波形A、Bで示すように、隣接するプレス間のスライド動作に所定位相差T1が設定され運転が開始されたとしても、上述したスローダウンの影響によって、運転と共に位相差が徐々に変化し、例えば波形A、B'の様になる。最初のうちは位相差の変化量が小さいため、上流側プレスからのワークの搬出と下流側プレスへのワークの搬入とを連続的に行うことができる。しかし、時間の経過と共に位相差の変化量は大きくなっていく。この変化量がある程度大きくなると、上流側プレスからのワークの搬出と下流側プレスへのワークの搬入のタイミングがとれなくなり、結局はラインを途中で停止させなければならなくなる。

【0015】

このような障害があって、従来のタンデムプレスラインでは、ワークの搬入と搬出を安全且つ確実に行うために断続運転を行わざるをえなかった。このため、生産効率の向上は望めなかった。

【0016】

加えて、断続運転ではクラッチの係合、解放とブレーキによる制動が必要になる。クラッチの係合、解放とブレーキによる制動は大きな騒音が伴う上、クラッチやブレーキに設けられたフェーシングの摩耗を招来する。フェーシングの摩耗が激しいとフェーシングの寿命が短縮され、フェーシングの交換作業が必要になる。したがって、メンテナンスコストが上昇する。

【0017】

なおかつ、先願発明（特願2001-400849号）は、タンデムプレスラインにおけるワーク搬送速度の高速化を図るためのワーク搬送装置のハード構成

のみについて提案されたものであるために、独立して運転される 2 台のプレス間での中間搬送に際して、各プレスに追従させて効率的にワークを搬送するための制御技術については検討の余地があった。

【0018】

本発明はこうした実状に鑑みてなされたものであり、プレス成形の生産効率を向上させると共に、メンテナンスコストおよびメンテナンス頻度を低減させることを解決課題とするものである。

【0019】

【課題を解決するための手段および作用、効果】

そこで、第 1 発明は、

ワークを成形するプレス装置と、二つのプレス装置間でワークを搬出し、搬送し、搬入するワーク搬送装置と、を備え、複数のプレス装置を配列すると共に、互いに隣接するプレス装置間にワーク搬送装置を配置したタンデムプレスラインの運転制御方法において、

互いに隣接するプレス装置が一定の位相差を保って動作するように、上流側プレス装置の動作に応じた信号に基づいて下流側プレス装置の動作を制御するプレス制御工程と、

上流側プレス装置近傍のワーク搬出区間では、上流側プレス装置の動作とワーク搬送装置の動作とが同期するように、上流側プレス装置の動作に応じた信号に基づいてワーク搬送装置の動作を制御し、下流側プレス装置近傍のワーク搬入区間では、下流側プレス装置の動作とワーク搬送装置の動作とが同期するように、下流側プレス装置の動作に応じた信号に基づいてワーク搬送装置の動作を制御し、上流側プレス装置と下流側プレス装置の間のワーク搬送区間では、ワーク搬送装置独自の信号に基づいてワーク搬送装置の動作を制御するワーク搬送制御工程と、を少なくとも備えたこと

を特徴とする。

【0020】

第 1 発明によれば、第 1 プレス（上流側プレス装置）2 に設けられたエンコーダ 91 で検出されたプレス角度（上流側プレス装置の動作に応じた信号）と、第

2 プレス（下流側プレス装置）3 に設けられたエンコーダ 9 2 で検出されたプレス角度（下流側プレス装置の動作に応じた信号）の角度差が一定となるように、第 2 プレス 3 のメインモータ 6 1 の回転速度が制御される。角度差が変化した場合は、第 2 プレス 3 のメインモータ 6 1 の回転速度が角度差に応じた分だけ変化される。すると、第 2 プレス 3 のスライド 1 6 の動作が変化する。こうして、第 1 プレス 2 のスライド 1 6 の動作と、第 2 プレス 3 のスライド 1 6 の動作との位相差は一定に保たれる。

【0021】

また、第 1 プレス 2 からワークの搬出が行われる所定のプレス角度範囲においては、第 1 プレス 2 に設けられたエンコーダ 9 1 で検出されたプレス角度に基づき第 1 プレス 2 に同期させるようにワーク搬送装置 1 0 が制御される。第 2 プレス 3 へワークの搬入が行われる所定のプレス角度範囲においては、第 2 プレス 3 に設けられたエンコーダ 9 2 で検出されたプレス角度に基づき第 2 プレス 3 に同期させるようにワーク搬送装置 1 0 が制御される。更に、ワークの搬入開始前もしくは搬出終了後の所定のプレス角度範囲を除く角度範囲では、ワーク搬送装置を制御するための信号を発生する搬送装置制御部 3 1 からの信号に基づきワーク搬送装置 1 0 が制御される。こうして、ワーク搬送装置はその追従対象を切り換えながらその動作が制御されるので、ワークの搬入・搬出時に追従対象であるプレスのスライド動作にワーク搬送装置の動作を同期させることができる。

【0022】

第 1 発明によれば、上流側プレスのスライド動作に合わせて下流側プレスのスライド動作がリアルタイムで補正され、また隣接するプレスのスライド動作に合わせてワーク搬送装置によるワークの搬出・搬送・搬入動作が行われるため、各タンデムプレスラインを連続運転させることができ、生産効率を大幅に向上させることができる。連続運転が行えるようになると、断続運転で必要とされていたクラッチの係合と解放およびブレーキによる制動、を行う必要がなくなるため、クラッチおよびブレーキに設けられたフェーシングの摩耗を低減できる。したがってメンテナンスコストおよびメンテナンス頻度を低減させることができる。また断続運転を行う必要がなくなるため、クラッチの係合と解放およびブレーキに

よる制動に起因する騒音を無くすることができる。

【0023】

また、第2発明は、第1発明において、

互いに隣接するプレス装置のスライド位置を示す指標値を、互いに対応させて予め記憶しておく、

前記プレス制御工程では、各プレス装置毎にスライド位置を示す指標値を検出し、検出した上流側プレス装置の指標値に基づいて対応する下流側プレス装置の指標値を求め、検出した下流側プレス装置の指標値と求めた下流側プレス装置の指標値とを一致させるように下流側プレス装置の動作を制御すること

を特徴とする。

【0024】

第2発明によれば、第1プレス（上流側プレス装置）2のスライド16aの変位特性と、第2プレス（下流側プレス装置）3のスライド16bの変位特性と、が予め記憶される。なお、二つの変位特性の間には一定の位相差が設けられ、スライド16aの位置にスライド16bの位置が対応するように記憶される。

【0025】

そして、第1プレス2に設けられた位置センサ95で検出されたスライド16aの位置に基づき、対応するスライド16bの位置が求められる。この求めたスライド16bの位置と、第2プレス3に設けられた位置センサ96で検出されたスライド16bの位置とが一致するように、第2プレス3のメインモータ61の回転速度が制御される。すると、第2プレス3のスライド16の動作が変化する。こうして、第1プレス2のスライド16の動作と、第2プレス3のスライド16の動作との位相差は一定に保たれる。

【0026】

ワーク搬送装置10の制御は、第1発明と同様である。

【0027】

第2発明によれば、第1発明と同様の効果が得られる。また、第2発明はプレス角度を検出しないプレスにも適用できる。

【0028】

また、第3発明は、第1発明において、
各プレス装置を連続動作すること
を特徴とする。

【0029】

また、第4発明は、第1発明において、
前記プレス制御工程では、下流側プレス装置に備えられたモータの速度を制御
すること
を特徴とする。

【0030】

また第5発明は、第1発明において、
前記ワーク搬送制御工程では、ワーク搬出区間とワーク搬送区間との境界で、
上流側プレス装置の動作に応じた信号とワーク搬送装置独自の信号との差を小さ
くし、ワーク搬入区間とワーク搬送区間との境界で、下流側プレス装置の動作に
応じた信号とワーク搬送装置独自の信号との差を小さくするようにワーク搬送装
置の動作を制御すること
を特徴とする。

【0031】

第5発明によれば、上流側プレス装置及び下流側プレス装置の動作にワーク搬
送装置の動作を同期させる際に、ワーク搬送装置の動作をより円滑に制御するこ
とができ効率的なプレス加工を実現することができる。

【0032】

第6発明は、
ワークを成形するプレス装置と、二つのプレス装置間でワークを搬出し、搬送
し、搬入するワーク搬送装置と、を備え、複数のプレス装置を配列すると共に、
互いに隣接するプレス装置間にワーク搬送装置を配置したタンデムプレスライン
において、

互いに隣接するプレス装置が一定の位相差を保って動作するように、上流側プ
レス装置の動作に応じた信号に基づいて下流側プレス装置の動作を制御するプレ
ス制御部と、

上流側プレス装置近傍のワーク搬出区間では、上流側プレス装置の動作とワーク搬送装置の動作とが同期するように、上流側プレス装置の動作に応じた信号に基づいてワーク搬送装置の動作を制御し、下流側プレス装置近傍のワーク搬入区間では、下流側プレス装置の動作とワーク搬送装置の動作とが同期するように、下流側プレス装置の動作に応じた信号に基づいてワーク搬送装置の動作を制御し、上流側プレス装置と下流側プレス装置の間のワーク搬送区間では、ワーク搬送装置独自の信号に基づいてワーク搬送装置の動作を制御するワーク搬送制御部と、を備えたこと

を特徴とする。

【0033】

また、第7発明は、第6発明において、

互いに隣接するプレス装置のスライド位置を示す指標値を、互いに対応させて予め記憶する記憶部を備え、

前記プレス制御部は、各プレス装置毎にスライド位置を示す指標値を検出し、検出した上流側プレス装置の指標値に基づいて対応する下流側プレス装置の指標値を求め、検出した下流側プレス装置の指標値と求めた下流側プレス装置の指標値とを一致させるように下流側プレス装置の動作を制御すること

を特徴とする。

【0034】

また、第8発明は、第6発明において、

各プレス装置を連続動作すること

を特徴とする。

【0035】

また、第9発明は、第6発明において、

前記プレス制御部は、下流側プレス装置に備えられたモータの速度を制御すること

を特徴とする。

【0036】

また、第10発明は、第6発明において、

前記ワーク搬送制御部は、ワーク搬出区間とワーク搬送区間との境界で、上流側プレス装置の動作に応じた信号とワーク搬送装置独自の信号との差を小さくし、ワーク搬入区間とワーク搬送区間との境界で、下流側プレス装置の動作に応じた信号とワーク搬送装置独自の信号との差を小さくするようにワーク搬送装置の動作を制御すること

を特徴とする。

【0037】

第6～第10発明は第1～第5発明の方法の発明を、物の発明に置換したものである。

【0038】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明の実施形態を図面を参照して説明する。

【0039】

図1は本実施形態に係るタンデムプレスラインの正面図である。図2は本実施形態に係るタンデムプレスラインの側面図である。図3はワーク搬送装置の正面図である。図4は図3のA-A断面図である。

【0040】

本実施形態のタンデムプレスライン1は、相互に所定間隔を有して上流側（図面の左側）から下流側（図面の右側）へ向けて直列に配置される第1～第4プレス2、3、4、5と、最上流側の第1プレス2の上流側に配される材料搬入装置6と、最下流側の第4プレス5の下流側に配される製品搬出装置7と、材料搬入装置6上のワーク8を第1プレス2の加工ステーションに搬送・搬入するワーク搬送装置9と、互いに隣接するプレス2、3、4、5の各加工ステーション間でワーク8の搬出・搬送・搬入を行うワーク搬送装置10、11、12と、第4プレス5の加工ステーションから製品搬出装置7上へワーク8を搬出・搬送するワーク搬送装置13を備えて構成されている。

【0041】

各プレス2、3、4、5は、本体フレームとしてのアプライト14と、このアプライト14の上方に配されて駆動機構が内蔵される上部フレーム15と、アプ

ライト 14 に昇降動自在に支承され、駆動機構を介して昇降動作されるスライド 16 と、このスライド 16 に対向配置されてベッド 17 上に設けられるボルスタ 18 とを備え、スライド 16 の下端に装着される上金型と、ボルスタ 18 の上端に装着される下金型とによってワーク 8 に加工がなされるように構成されている。

【0042】

ここで、ワーク搬送装置 9～13 の詳細構造等について説明する。なお、これら各ワーク搬送装置 9～13 の基本構成は略同様であるので、以下、代表例として、プレス 2、3 間に配されるワーク搬送装置 10 の構成等を中心に説明することとする。

【0043】

図 2、図 4 に示されるように、ワーク搬送装置 10 は、ワーク搬送方向の両側（図面の左右）に互いに離間して平行に配される一対のリフトビーム 19、19 を備えている。このリフトビーム 19 の上部には、アプライト 14 に沿うように上方へ向けて延設されるロッド 20 が取着されている。一方、アプライト 14 の上部には支持部材 21 を介してリフト軸サーボモータ 22 が装着され、このサーボモータ 22 の出力軸に取り付けられるピニオンがロッド 20 に刻設されるラックに噛合することで、サーボモータ 22 の正逆回転によってリフトビーム 19 が昇降動されるようになっている。ここで、リフト軸サーボモータ 22 は、後述する搬送装置制御部 31 からの制御信号により予め設定されたフィードモーションに基づき制御される。

【0044】

左右の各リフトビーム 19 には、そのリフトビーム 19 を下方から抱持するように断面略 U 字形状のキャリア（メインキャリア）23 が配され、このキャリア 23 がリフトビーム 19 の長手方向に沿って移動できるようにされている。そして、図 4 に示されるように、リフトビーム 19 の両外側面とそれに対向するキャリア 23 の内側面との間には、キャリア 23 をリフトビーム 19 に沿って移動させる移動手段としての一対のリニアモータ 24 が配されている。また、リフトビーム 19 の上部両外側面とそれに対向するキャリア 23 の内側面との間および、

リフトビーム 19 の下面とそれに対向するキャリア 23 の底面との間にはそれぞれリニアガイド 25 が配され、これら 3 点支持のリニアガイド 25 によってリフトビーム 19 に対するキャリア 23 の移動動作が案内されるように構成されている。ここで、リニアモータ 24 は、リフトビーム 19 の両側面に搬送方向（長手方向）に沿って配されるマグネット 24 a と、このマグネット 24 a に対向するキャリア 23 の内側面に搬送方向（長手方向）に沿って配されるコイル 24 b とより構成され、このコイル 24 b を有するアーマチャ（キャリア 23）が、マグネット 24 a を有するステータ（リフトビーム 19）上に作られる磁場の変化によって直線的に移動するようにされている。

【0045】

さらに、キャリア 23 の下部には、所要長さのベースプレート 23 a がワーク搬送方向に沿うように延設され、このベースプレート 23 a に沿ってサブキャリア 26 が移動できるようにされている。このサブキャリア 26 の移動手段は、ベースプレート 23 a の下面に搬送方向に沿って配されるマグネット 27 a と、このマグネット 27 a に対向するサブキャリア 26 の上面に配されるコイル 27 b とよりなるリニアモータ 27 により構成されている。また、ベースプレート 23 a の両側下面とそれに対向するサブキャリア 26 の上面との間にはそれぞれリニアガイド 28 が配され、これらリニアガイド 28 によってキャリア 23 に対するサブキャリア 26 の移動動作が案内されるように構成されている。そして、互いに対向する一対のサブキャリア 26、26 間はクロスバー 29 により連結され、このクロスバー 29 の下面に複数個のバキュームカップ 30 が装着されて、これらバキュームカップ 30 によってワーク 8 が吸着されるようになっている。ここで、リニアモータ 24、27 は、後述する搬送装置制御部 31 からの制御信号により予め設定されたフィードモーションに基づき制御され、これによって、リフトビーム 19 に対するキャリア 23 の搬送方向に沿う移動動作およびキャリア 23 に対するサブキャリア 26 の搬送方向に沿う移動動作が制御される。

【0046】

このように構成されているワーク搬送装置 10 においては、リフト軸サーボモータ 22 の駆動によってリフトビーム 19 を昇降動させることで、キャリア 23

、サブキャリア 26 およびクロスバー 29 を介してバキュームカップ 30 を昇降動させることができる。また、リニアモータ 24 の駆動によってキャリア 23 をリフトビーム 19 の長手方向に沿って移動させ、リニアモータ 27 の駆動によってサブキャリア 26 をキャリア 23 の移動方向にオフセットさせることで、クロスバー 29 およびバキュームカップ 30 をワーク搬送方向に移動させることができる。こうして、上下方向および／または搬送方向の 2 つの直交する駆動軸位置を制御することにより、バキュームカップ 30 の移動軌跡、言い換えればワーク 8 の搬送軌跡を制御することができる。

【0047】

次に第 1～第 4 プレス 2～5 の制御およびワーク搬送装置 9～13 の制御に関して其々説明する。

【0048】

[1. プレスの制御]

本実施形態によれば、プレス制御に関しては二つの方法による制御態様が考えられる。以下で第 1 のプレス制御、第 2 のプレス制御として其々説明する。

【0049】

[1-1. 第 1 のプレス制御]

図 5 は第 1 のプレス制御に係る制御システム構成図である。

【0050】

第 1 プレス 2 の上部フレーム 15 には駆動機構が内蔵されており、その構造は図 11 に示す駆動機構と同一であるとする。なお、図 5 では図 11 に示す駆動機構を更に簡略化して示している。図 11 を用いて説明したように、駆動機構にはフライホイール 54 とクラッチ 55 とブレーキ 57 とメインギヤ 58 とクランクシャフト 59 とが設けられる。また、上部フレーム 15 にはエンコーダ 91 が設けられている。エンコーダ 91 はプレス角度（クランク角度）としてメインギヤ 58 の角度 $\theta 1$ を検出すると共に、スライド制御部 40 に検出角度 $\theta 1$ を出力する。ドライバ 50 はスライド制御部 40 から出力されるメインギヤ角速度指令 I_g に応じてメインモータ 51 の回転速度を制御する。メインモータ 51 はフライホイール 54 を回転させる。プレス 3～5 の駆動機構、モータ、ドライバ、エンコ

ーダ等の構成は第1プレス2と同一である。

【0051】

ライン統括制御部400はタンデムプレスライン1を統括して制御しており、ワーク搬送とプレス成形とが連動して行われるように、後述する搬送装置制御部31に速度指令を出力すると共に、プレス側のスライド制御部40にメインギヤ角速度指令 I_g を出力する。

【0052】

スライド制御部40には、第1プレス制御部41と第2プレス制御部42と第3プレス制御部43と第4プレス制御部44とが設けられている。スライド制御部40は立上時間が最も長いプレスに対応するドライバにメインギヤ角速度指令 I_g を出力する。また、スライド制御部40は第1プレス制御部41で生成された補正信号 $S1$ を用いてメインギヤ角速度指令 I_g を補正し、第1プレス2のドライバ50に補正後のメインギヤ角速度指令 I_{g1} を出力する。また、スライド制御部40は第2プレス制御部42で生成された補正信号 $S2$ を用いてメインギヤ角速度指令 I_g を補正し、第2プレス3のドライバ60に補正後のメインギヤ角速度指令 I_{g2} を出力する。また、スライド制御部40は第3プレス制御部43で生成された補正信号 $S3$ を用いてメインギヤ角速度指令 I_g を補正し、第3プレス4のドライバ70に補正後のメインギヤ角速度指令 I_{g3} を出力する。また、スライド制御部40は、第4プレス制御部44で生成された補正信号 $S4$ を用いてメインギヤ角速度指令 I_g を補正し、第4プレス5のドライバ80に補正後のメインギヤ角速度指令 I_{g4} を出力する。

【0053】

第1プレス制御部41は第1プレス2のエンコーダ91の検出角度 θ_1 を入力し、メインギヤ58のメインギヤ角速度を補正すべくメインギヤ補正信号 $S1$ を生成する。

【0054】

第2プレス制御部42は第1プレス2のエンコーダ91の検出角度 θ_1 と第2プレス3のエンコーダ92の検出角度 θ_2 とを入力し、二つの検出角度の差 $\theta_1 - \theta_2$ に応じた補正信号 $S2$ を生成する。

【0055】

第3プレス制御部43は第2プレス3のエンコーダ92の検出角度 θ_2 と第3プレス4のエンコーダ93の検出角度 θ_3 とを入力し、二つの検出角度の差 $\theta_2 - \theta_3$ に応じた補正信号S3を生成する。

【0056】

第4プレス制御部44は第3プレス4のエンコーダ93の検出角度 θ_3 と第4プレス5のエンコーダ94の検出角度 θ_4 とを入力し、二つの検出角度の差 $\theta_3 - \theta_4$ に応じた補正信号S4を生成する。

【0057】

次に、本実施形態における第2プレス3（第3プレス4、第4プレス5についても同様）の制御態様について説明する。

【0058】

図6はスライド位置を時間経過と共に示す図であり、隣接する第1プレス2と第2プレス3を連続運転した場合のスライド位置の変位を示している。波形Aは第1プレス2のスライド位置の周期的変化を示しており、波形Bは第2プレス3のスライド位置の周期的変化を示している。波形A、Bの上端はスライドの上死点であり、下端はスライドの下死点である。以下、図5、図6を用いて説明する。

【0059】

最初に、第1プレス2のスライド16aと第2プレス3のスライド16bは所定の位置関係に保たれているとする。つまり、図6に示すように、波形A、Bは所定位相差T1に保たれている。

【0060】

しかし、例えばスローダウンの相違によって第1プレス2のクランク角度と第2プレス3のクランク角度の角度差が変化したとすると、スライド位置の周期的変化にずれが生じる。例えば、角度差が大きくなった場合を図6を用いて説明すると、波形Aに対して波形Bが時間軸正方向にずれ、第1プレス2のスライド位置の周期的変化と第2プレス3のスライド位置の周期的変化は波形A、B'の関係になり、その位相差はT2となる。

【0061】

図5に示すように、第1プレス2のエンコーダ91ではクランク角度 $\theta 1$ （メインギヤ58の角度）が検出され、検出されたクランク角度 $\theta 1$ は第1プレス制御部41及び第2プレス制御部42に出力される。また、第2プレス3のエンコーダ92ではクランク角度 $\theta 2$ （メインギヤ68の角度）が検出され、検出されたクランク角度 $\theta 2$ は第2プレス制御部42及び第3プレス制御部43に出力される。第2プレス制御部42では角度差 $\theta 1-2$ （ $=\theta 1-\theta 2$ ）が演算され、角度差 $\theta 1-2$ に応じた補正信号S2が生成される。

【0062】

スライド制御部40では、この補正信号S2に基づきメインギヤ角速度指令I_gが補正される。そして、第1プレス2のクランク角度と第2プレス3のクランク角度を一定の角度差にすべく補正後のメインギヤ角速度指令I_{g2}が生成され、ドライバ60に出力される。ドライバ60はメインギヤ角速度指令I_{g2}に従いメインモータ61を回転させる。なお、第2プレスのスライド動作が速い場合はメインモータ61は減速され、第2プレスのスライド動作が遅い場合はメインモータ61は加速される。

【0063】

すると図6に示すように、波形Aに対して波形B'が時間軸負方向に戻り、第1プレス2のスライド位置の周期的変化と第2プレス3のスライド位置の周期的変化は波形A、Bの関係になり、その位相差はT1に戻る。

【0064】

エンコーダ91、92では常にクランク角度 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ が検出されており、第2プレス制御部42では常に角度差 $\theta 1-2$ が演算されている。よって、角度差 $\theta 1-2$ に変化が生じるに応じて補正信号S2が生成され、第2プレス3のスライド動作はリアルタイムで補正される。したがって、実際は第1プレス2のスライド位置の周期的変化と第2プレスのスライド位置の周期的変化は波形A、Bの状態が保たれ、所定位相差T1が保たれる。

【0065】

第2プレス3と第3プレス4との間においても同様の制御が行われ、また、第

3 プレス 4 と第 4 プレス 5 との間においても同様の制御が行われる。

【0066】

第 1 のプレス制御はメインギヤを用いたプレス、例えば機械式プレスに対して適用されるが、メインギヤを備えないプレス、例えば電動サーボ式プレスに対しても、仮想のプレス角度を用いることによって適用することができる。

【0067】

[1-2. 第 2 のプレス制御]

図 7 は第 2 のプレス制御に係る制御システム構成図である。なお、図 5 に示す制御システム構成図と同一要素には同一符号を付して、その説明を省略する。

【0068】

第 1 プレス 2 にはリニアスケール等の位置センサ 9 5 が設けられている。位置センサ 9 5 はスライド動作方向におけるスライド 1 6 a の位置を検出すると共に、スライド制御部 4 0 に検出位置 P1 を出力する。プレス 3 ~ 5 にもスライド 1 6 b ~ 1 6 d の位置を検出する位置センサ 9 6、9 7、9 8 が設けられている。

【0069】

スライド制御部 4 0 には、第 1 プレス制御部 4 6 と第 2 プレス制御部 4 7 と第 3 プレス制御部 4 8 と第 4 プレス制御部 4 9 とが設けられている。

【0070】

第 2 プレス制御部 4 7 には、図 6 に示すような第 1 プレス 2 のスライド 1 6 a の変位特性（波形 A）と第 2 プレス 3 のスライド 1 6 b の変位特性（波形 B）とが記憶されており、更に二つの変位特性の間には所定位相差 T1 が設けられ、スライド 1 6 a の位置にスライド 1 6 b の位置が対応するようにして記憶される。この位置関係が保たれば、二つのスライド 1 6 a、1 6 b は所定位相差 T1 を保って連続動作可能になる。第 2 プレス制御部 4 7 は、第 1 プレス 2 の位置センサ 9 5 の検出位置 P1 と第 2 プレス 3 の位置センサ 9 6 の検出位置 P2 とを入力し、スライド 1 6 a の検出位置 P1 に対応するスライド 1 6 b の対応位置 P2' を求め、スライド 1 6 b の検出位置 P2 とスライド 1 6 b の求めた対応位置 P2' の差 P2-2 に応じた補正信号 S2 を生成する。

【0071】

第3プレス制御部48には、第2プレス3のスライド16bの変位特性と第3プレス4のスライド16cの変位特性とが記憶されており、更に二つの変位特性の間には所定位相差が設けられ、スライド16bの位置にスライド16cの位置が対応するようにして記憶される。この位置関係が保たれれば、二つのスライド16b、16cは所定位相差を保って連続動作可能になる。第3プレス制御部48は、第2プレス3の位置センサ96の検出位置P2と第3プレス4の位置センサ97の検出位置P3とを入力し、スライド16bの検出位置P2に対応するスライド16cの対応位置P3'を求め、スライド16cの検出位置P3とスライド16cの求めた対応位置P3'の差P3-3に応じた補正信号S3を生成する。

【0072】

第4プレス制御部49には、第3プレス4のスライド16cの変位特性と第4プレス5のスライド16dの変位特性とが記憶されており、更に二つの変位特性の間には所定位相差が設けられ、スライド16cの位置にスライド16dの位置が対応するようにして記憶される。この位置関係が保たれれば、二つのスライド16c、16dは所定位相差を保って連続動作可能になる。第4プレス制御部49は、第3プレス4の位置センサ97の検出位置P3と第4プレス5の位置センサ98の検出位置P4とを入力し、スライド16cの検出位置P3に対応するスライド16dの対応位置P4'を求め、スライド16dの検出位置P4とスライド16dの求めた対応位置P4'の差P4-4に応じた補正信号S4を生成する。

【0073】

次に、本実施形態における第2プレス3（第3プレス4、第4プレス5についても同様）の制御態様について説明する。

【0074】

連続運転の安定動作の当初は、第1プレス2のスライド16aと第2プレス3のスライド16bは所定の位置関係に保たれている。つまり、図6に示すように、波形A、Bは所定位相差T1に保たれている。

【0075】

しかし、例えばスローダウンの相違によって第1プレス2のスライド位置と第2プレス3のスライド位置が変化したとすると、スライド位置の周期的変化にず

れが生じる。例えば、位相差が大きくなった場合を図6を用いて説明すると、波形Aに対して波形Bが時間軸正方向にずれ、第1プレス2のスライド位置の周期的変化と第2プレス3のスライド位置の周期的変化は波形A、B'の関係になり、その位相差はT2となる。

【0076】

図7に示すように、第1プレス2の位置センサ95ではスライド16aの位置P1が検出され、検出された位置P1は第2プレス制御部47に出力される。また、第2プレス3の位置センサ96ではスライド16bの位置P2が検出され、検出された位置P2は第2プレス制御部47に出力される。第2プレス制御部47ではスライド16aの検出位置P1に対応するスライド16bの対応位置P2'が求められ、スライド16bの検出位置P2とスライド16bの対応位置P2'の差P2-2に応じた補正信号S2が生成される。

【0077】

スライド制御部40では、この補正信号S2に基づきメインギヤ角速度指令I_gが補正される。そして、第2プレス3のスライド位置をP2にすべく補正後のメインギヤ角速度指令I_{g2}が生成され、ドライバ60に出力される。ドライバ60はメインギヤ角速度指令I_{g2}に従いメインモータ61を回転させる。第2プレスのスライド動作が速い場合はメインモータ61は減速され、第2プレスのスライド動作が遅い場合はメインモータ61は加速される。

【0078】

すると図6に示すように、波形Aに対して波形B'が時間軸負方向に戻り、第1プレス2のスライド位置の周期的変化と第2プレス3のスライド位置の周期的変化は波形A、Bの関係になり、その位相差はT1に戻る。

【0079】

位置センサ95、96では常にスライド位置P1、P2が検出されており、第2プレス制御部47では常に検出位置P1に応じた対応位置P2'が求められ、検出位置P2と対応位置P2'との差P2-2が演算されている。よって、検出位置P2と対応位置P2'とがずれるに応じて補正信号S2が生成され、第2プレス3のスライド動作はリアルタイムで補正される。したがって、実際は第1プレス2のスラ

イド位置の周期的変化と第2プレスのスライド位置の周期的変化は波形A、Bの状態が保たれ、所定位相差T1が保たれる。

【0080】

第2プレス3と第3プレス4との間においても同様の制御が行われ、また、第3プレス4と第4プレス5との間においても同様の制御が行われる。

【0081】

なお、上述した第2のプレス制御ではスライドの位置Pをスライド位置の指標値としている。このため、上流側プレスのスライド位置の変位特性と下流側プレスのスライド位置の変位特性の対応関係を記憶するようにしている。しかし、プレス角度 θ をスライド位置の指標値とし、上流側プレスのプレス角度の変化特性と下流側プレスのプレス角度の変化特性の対応関係を記憶するようにしてもよい。

【0082】

また、各プレスのスライド位置の指標値、例えばスライド位置Pやプレス角度 θ の対応関係をテーブルとして記憶するようにしてもよい。

【0083】

第2のプレス制御はあらゆるプレス、例えば電動サーボ式プレスや油圧サーボ式プレスに対して適用できる。但し、メインギヤを備えないプレスはメインギヤ各速度指令I_gでない別の指令Iが出力されるため、その指令Iを補正することになる。

【0084】

以上のように、本実施形態の第1又は第2のプレス制御によれば、上流側プレス（第1プレス2）のスライドと下流側プレス（第2プレス3）のスライドとが所定位相差を保って動作するように、上流側プレスのプレス角度又はスライド位置に基づき下流側プレスのプレス角度又はスライド位置が補正されるように構成されているので、上流側プレス又は下流側プレスの周期的動作に変化が生じても、下流側プレスのスライド位置が上流側プレスのスライド位置に合わせて適宜補正される。したがって、タンデムプレスラインの連続運転が可能となる。

【0085】

[2. ワーク搬送装置の制御]

図8はワーク搬送装置の制御に係る制御システム構成図である。図9はフィーダモーションを示す図である。

【0086】

各ワーク搬送装置の昇降（リフト・ダウン）動作および搬送（アドバンス・リターン）動作は、そのワーク搬送装置により搬送されるワーク8と金型等との干渉を避けるために、図8、図9に示されるように、予め搬送装置制御部31において設定されるストロークとタイミング、すなわちフィーダモーションに基づきリフト軸サーボモータ22およびリニアモータ24、27が制御されることによりなされる。本実施形態において、フィーダモーションは、フィード軸方向（搬送方向）およびリフト軸方向（上下方向）の二次元モーションとされており、図9に示されるような各軸（フィード軸およびリフト軸）毎に設定されたプレス角度に対する軸位置指令値に基づき決定される。本実施形態のフィーダモーションによれば、ワーク8は吸着点Pにて上流側の第1プレス2の加工ステーションの下型内より吸着されてリフト（L）軸方向に持ち上げられた後、下流側の第2プレス3の加工ステーションの下型上までフィード（F）軸方向に搬送され、この下型内に入れるためにリフト軸方向に下げられて解放点Qにてワークの吸着が解放される。次に、ワーク搬送装置10は、上流側の第1プレス2の加工ステーションに戻るために一旦上方へ持ち上げられてリターン方向に移動された後、やや下降位置にある待機点Rを通過して再度上昇および下降されて吸着点Pに戻され、1サイクルが終了する。

【0087】

上流側の第1プレス2および下流側の第2プレス3にはそれぞれエンコーダ91、92が設けられ、これらエンコーダ91、92により各プレス2、3のプレス角度（クランク角）が検出され、この検出値が搬送装置制御部31に入力されるようになっている。具体的には、エンコーダ91、92は、クランク角の角速度に対応した数のパルス信号を検出し、この検出されたパルス信号の数が搬送装置制御部31内のアップダウンカウンタに加えられることにより、このアップダウンカウンタによりクランク角に対応するパルス信号数が計数される。なお、ア

アップダウンカウンタは、クランク軸が1回転する毎にその計数値が元の値になるように設定されている。

【0088】

また、搬送装置制御部31には、発振器34から所定周期の基準パルス信号が入力され、この入力パルス信号が搬送装置制御部31内のアップダウンカウンタに加えられることにより、そのパルス信号数が計数されるようになっている。この発振器34は、上流側および下流側の各プレス2、3に配されるエンコーダ91、92と同様、ワーク搬送装置10の昇降動作および搬送動作を制御するための搬送装置制御部31への入力信号を発信する機能を有するものであることから、仮想プレス角度検出器（もしくは仮想カム）と称することができる。なお、この発振器34の基準パルス信号の周期は適宜変更することが可能である。

【0089】

搬送装置制御部31は、エンコーダ91、92および発振器34からの入力情報に基づき所要の演算を実行し、その演算結果に基づき各サーボアンプ（サーボドライバ）35、36、37、38に指令値を出力し、これによってワーク搬送装置10の各リフト軸サーボモータ22およびリニアモータ24、27を制御する。また、リフト軸サーボモータ22およびリニアモータ24、27にはそれぞれモータの速度を検出する速度センサ（図示せず）が付設され、これら速度センサにより検出される速度信号が搬送装置制御部31に入力されることにより各サーボアンプ35～38に速度フィードバックがかけられるようになっている。

【0090】

次に、本実施形態におけるワーク搬送装置10（ワーク搬送装置9、11、12、13についても同様）の制御態様について説明する。

【0091】

まず、上流側の第1プレス2からのワーク8の搬出に際して、この第1プレス2のスライド16aが下死点を過ぎて上昇工程に入る所定のプレス角度範囲a～b（図9参照）においては、この第1プレス2に付設されたエンコーダ91からの信号に基づき、搬送装置制御部31より各サーボアンプ35～38に制御信号が出力される。ワーク搬送装置10は第1プレス2の動きに同期（追従）するよ

うに、リフトビーム 19 の昇降動作と、キャリア 23 およびサブキャリア 26 のフィード方向への移動動作とによって、バキュームカップ 30 をその加工ステーションの下型内へ移動させてワーク 8 を保持した後、その下型内からワーク 8 を搬出する動作を実行する（上流側プレスとの同期区間）。

【0092】

次いで、この同期区間が終了した後、言い換えれば所定のプレス角度範囲 a ～ b を脱した後であって、次の下流側の第 2 プレス 3 との同期区間の開始点 c に至るまでの区間 b ～ c（自走区間）においては、発振器 34 からの信号に基づき、搬送装置制御部 31 より各サーボアンプ 35 ～ 38 に制御信号が出力される。より詳細には、自走区間は、下流側の第 2 プレス 3 との同期駆動に入る前の準備区間とされ、この下流側の第 2 プレス 3 に付設されたエンコーダ 92 からの信号と、発振器 34 からの信号との偏差に基づき、その偏差を徐々に小さくするように各サーボアンプ 35 ～ 38 が制御される。こうして、上流側および下流側の各プレス 2、3 がそれぞれ独立した速度で運転されていたとしても、ワーク搬送装置 10 の運転速度を準備区間において次の第 2 プレス 3 の運転速度に徐々に合わせることができるので、ワーク搬送装置の動きをよりスムーズに制御することができ、かつラインスピードを向上させることができる。また、上流および下流の各プレス 2、3 がそれぞれ位相差を有して運転されたとしても準備区間においてワーク搬送装置の動きを調整することで対応可能である。

【0093】

この後、自走区間の終了後のプレス角度範囲 c ～ d においては、今度は下流側の第 2 プレス 3 に付設されたエンコーダ 92 からの信号に基づき、搬送装置制御部 31 より各サーボアンプ 35 ～ 38 に制御信号が出力され、ワーク搬送装置 10 は第 2 プレス 3 の動きに同期（追従）するように、リフトビーム 19 の昇降動作と、キャリア 23 およびサブキャリア 26 のフィード方向への移動動作とによって、バキュームカップ 30 はその加工ステーションの下型内へワーク 8 を搬入する（下流側プレスとの同期区間）。

【0094】

なお、ワーク 8 を下流側の第 2 プレス 3 の下型内へ搬入した後のリターン工程

についても、前述のフィード方向へのワーク 8 の搬送と略同様にして、下流側第 2 プレス 3 との同期区間の後、自走区間（待機点 R を含む）を経て、上流側第 1 プレス 2 との同期区間に入るという制御が実行される。

【0095】

以上のように、本実施形態のワーク搬送制御によれば、プレス 2、3 に対するワークの搬入・搬出時（同期区間）においてはその搬入・搬出対象となるプレス 2、3 に付設されたエンコーダ 91、92 からのプレス角度信号に基づきその対象となるプレス 2、3 におけるスライド 16 の動きに同期させるようにワーク搬送装置 10 が制御され、一方、ワークの搬入・搬出動作が終了した後の自走区間においては、発振器（仮想プレス角度検出器）34 からの信号に基づきそのワーク搬送装置 10 が制御されるように構成されているので、上流側第 1 プレス 2 および下流側第 2 プレス 3 がそれぞれ独立して運転している場合であっても、ワーク搬送装置 10 を支障なく運転することができる。したがって、タンデムプレスライン 1 のラインスピードを格段に向上させることができるという優れた効果を奉ずる。また、ワーク 8 のプレス成形時における振動等の外乱による悪影響を受けることがないという利点もある。

【0096】

次に、隣接するプレスとワーク搬送装置の時間の経過と共に変化する位置関係について説明する。

【0097】

図 10 は隣接するプレスのスライド位置とワーク搬送装置の位置を時間経過と共に示す図である。波形 A は第 1 プレス 2 のスライド位置の周期的変化を示しており、波形 B は第 2 プレス 3 のスライド位置の周期的変化を示しており、波形 C はワーク搬送装置 10 の位置の周期的変化を示している。波形 A、B の上端はスライドの上死点であり、下端はスライドの下死点である。波形 C の上端は第 1 プレス 2 の加工ステーションであり、下端は第 2 プレス 3 の加工ステーションである。以下で、第 1 プレス 2 のスライド 16 a における 1 ストロークの動作を基準にして、第 2 プレス 3 のスライド 16 b の動作およびワーク搬送装置 10 の動作を説明する。

【0098】

時間 t1で第1プレス2のスライド16aは上死点に到達する。この時、第2プレス3のスライド16bは上昇行程にあり、ワーク搬送装置10は第1プレス2の加工ステーションからワークを搬出し終え、第2プレス3側へのワーク搬送行程にある。

時間 t2で第2プレス3のスライド16bは上死点に到達する。この時、第1プレス2のスライド16aは下降行程にあり、ワーク搬送装置10は第2プレス3側へのワーク搬送行程にある。

時間 t3でワーク搬送装置10は第2プレス3の加工ステーションにワークを搬入する。この時、第1プレス2のスライド16aおよび第2プレス3のスライド16bは下降行程にあり、第2プレス3のスライド16bは上死点近傍に位置している。

時間 t4でワーク搬送装置10は待機地点で待機を始める。この時、第1プレス2のスライド16aおよび第2プレス3のスライド16bは下降行程にある。

【0099】

時間 t5で第1プレス2のスライド16aは下死点に到達する。この時、第2プレス3のスライド16bは下降行程にあり、ワーク搬送装置10は待機状態である。

時間 t6で第2プレス3のスライド16bは下死点に到達する。この時、第1プレス2のスライド16aは上昇行程にあり、ワーク搬送装置10は再び第1プレス2側への移動を始める。

時間 t7でワーク搬送装置10は第1プレス2の加工ステーションからワークを搬出する。この時、第1プレス2のスライド16aおよび第2プレス3のスライド16bは上昇行程にあり、第1プレス2のスライド16aは上死点近傍に位置している。

時間 t8で第1プレス2のスライド16aは再び上死点に到達する。

【0100】

本実施形態によれば、上流側プレスのスライド動作に合わせて下流側プレスのスライド動作がリアルタイムで補正され、また隣接するプレスのスライド動作に

合わせてワーク搬送装置によるワークの搬出・搬送・搬入動作が行われるため、各タンデムプレスラインを連続運転させることができ、生産効率を大幅に向上させることができる。連続運転が行えるようになると、断続運転で必要とされていたクラッチの係合と解放およびブレーキによる制動、を行う必要がなくなるため、クラッチおよびブレーキに設けられたフェーシングの摩耗を低減できる。したがってメンテナンスコストおよびメンテナンス頻度を低減させることができる。また断続運転を行う必要がなくなるため、クラッチの係合と解放およびブレーキによる制動に起因する騒音を無くすことができる。

【0101】

また本実施形態によれば、下流側プレス装置の動作にワーク搬送装置の動作を同期させる際に、ワーク搬送装置の動作をより円滑に制御することができ効率的なプレス加工を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

図1は本実施形態に係るタンデムプレスラインの正面図である。

【図2】

図2は本実施形態に係るタンデムプレスラインの側面図である。

【図3】

図3はワーク搬送装置の正面図である。

【図4】

図4は図3のA-A断面図である。

【図5】

図5は第1のプレス制御に係る制御システム構成図である。

【図6】

図6はスライド位置を時間経過と共に示す図である。

【図7】

図7は第2のプレス制御に係る制御システム構成図である。

【図8】

図8はワーク搬送装置の制御に係る制御システム構成図である。

【図 9】

図 9 はフィーダモーションを示す図である。

【図 10】

図 10 は隣接するプレスのスライド位置とワーク搬送装置の位置を時間経過と共に示す図である。

【図 11】

図 11 は駆動機構の模式図である。

【図 12】

図 12 はスライド位置を時間経過と共に示す図である。

【符号の説明】

- 2 第 1 プレス
- 3 第 2 プレス
- 4 第 3 プレス
- 5 第 4 プレス
- 16 a ~ 16 d スライド
- 31 搬送装置制御部
- 40 スライド制御部
- 41、46 第 1 プレス制御部
- 42、47 第 2 プレス制御部
- 43、48 第 3 プレス制御部
- 44、49 第 4 プレス制御部
- 91、92、93、94 エンコーダ
- 95、96、97、98 位置センサ

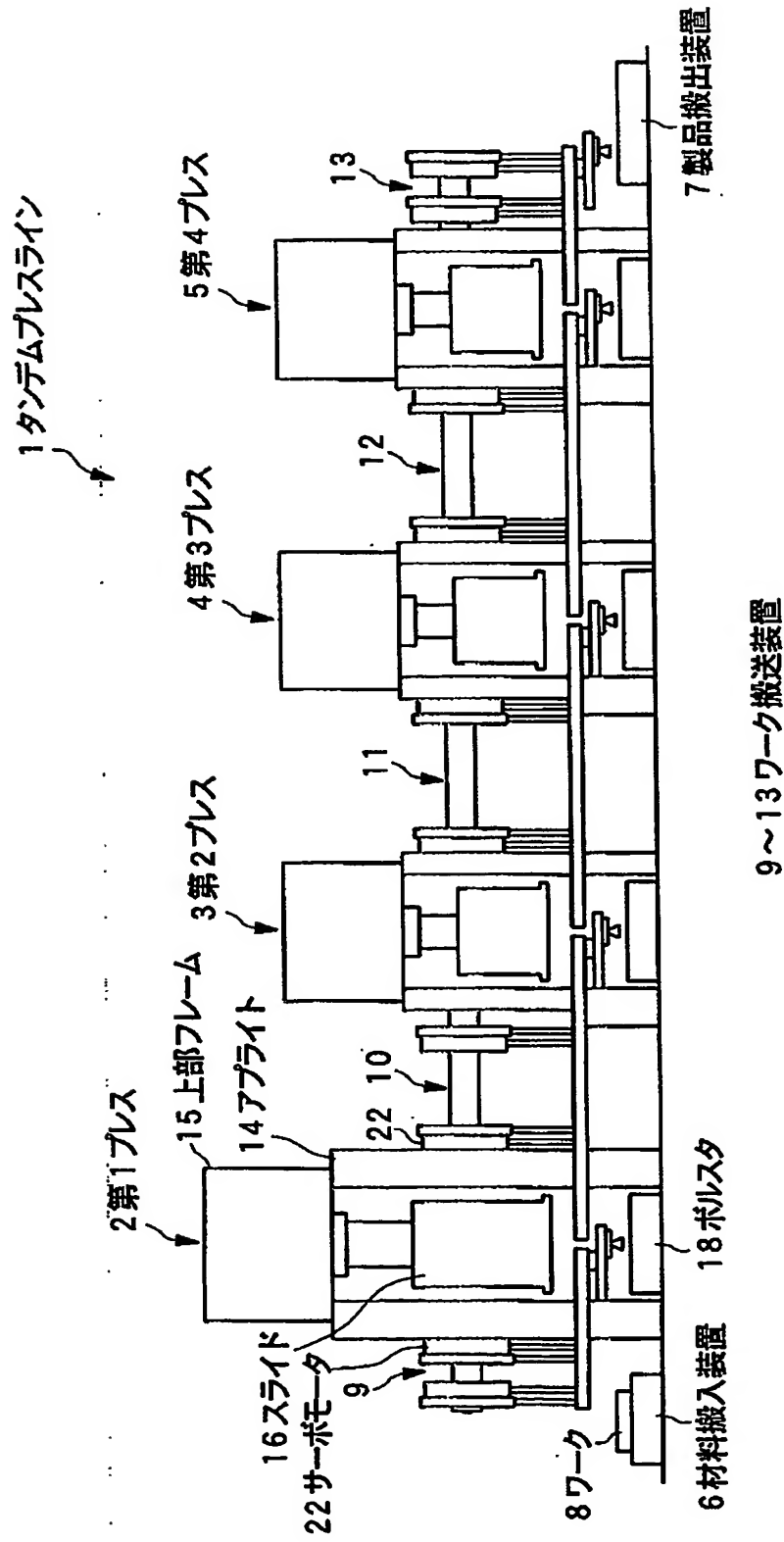


【書類名】

図面

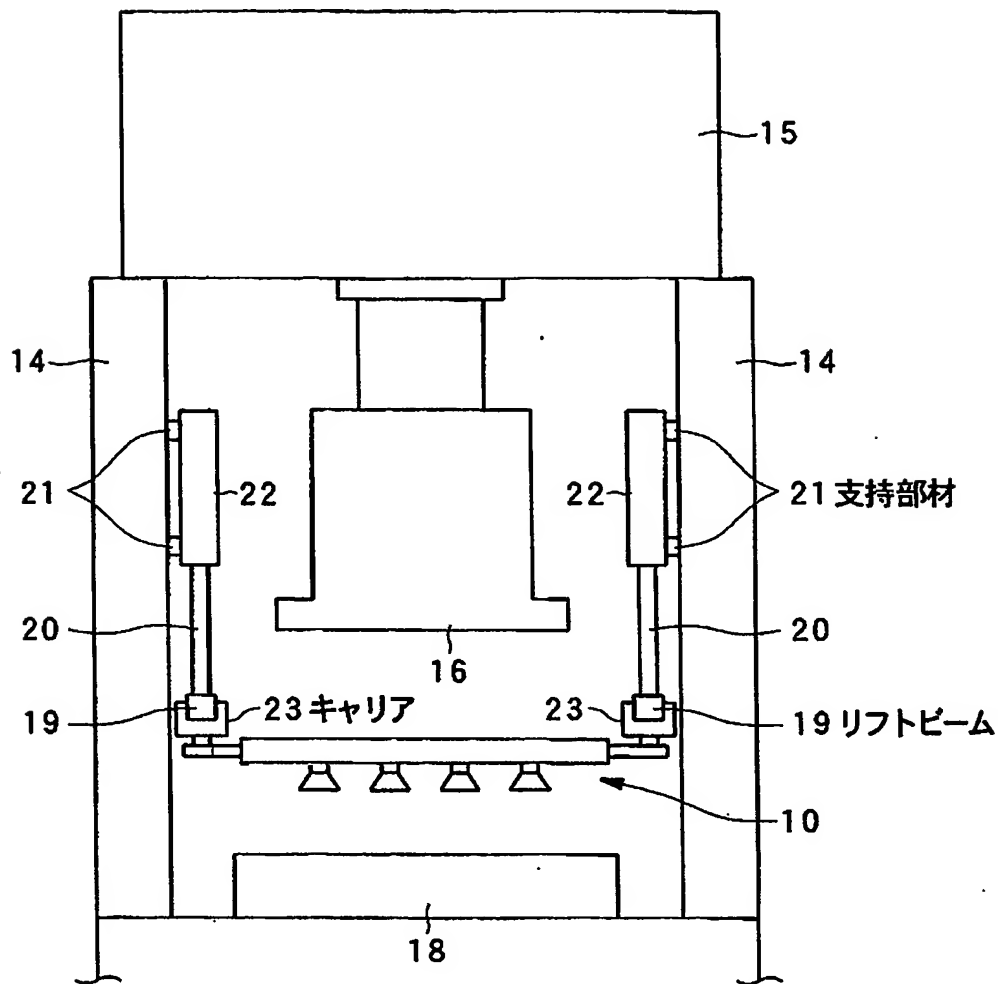
【図 1】

本実施形態に係るタンデムプレスラインの正面図



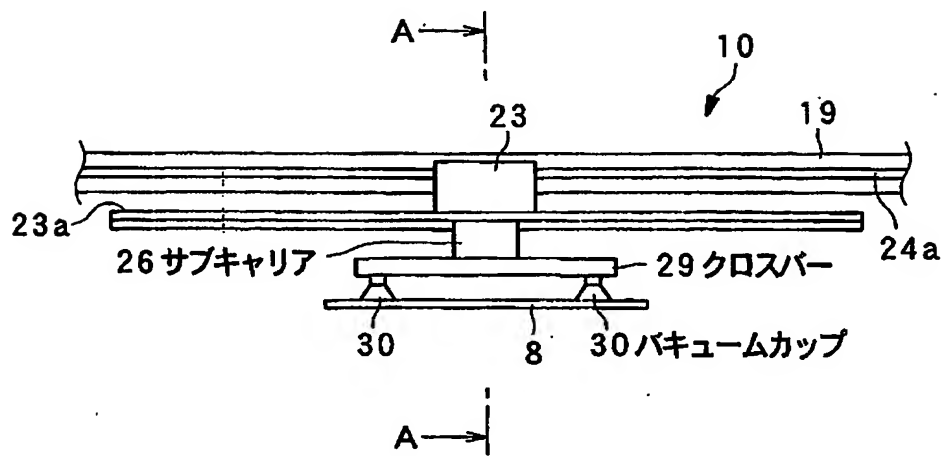
【図 2】

本実施形態に係るタンデムプレスラインの側面図

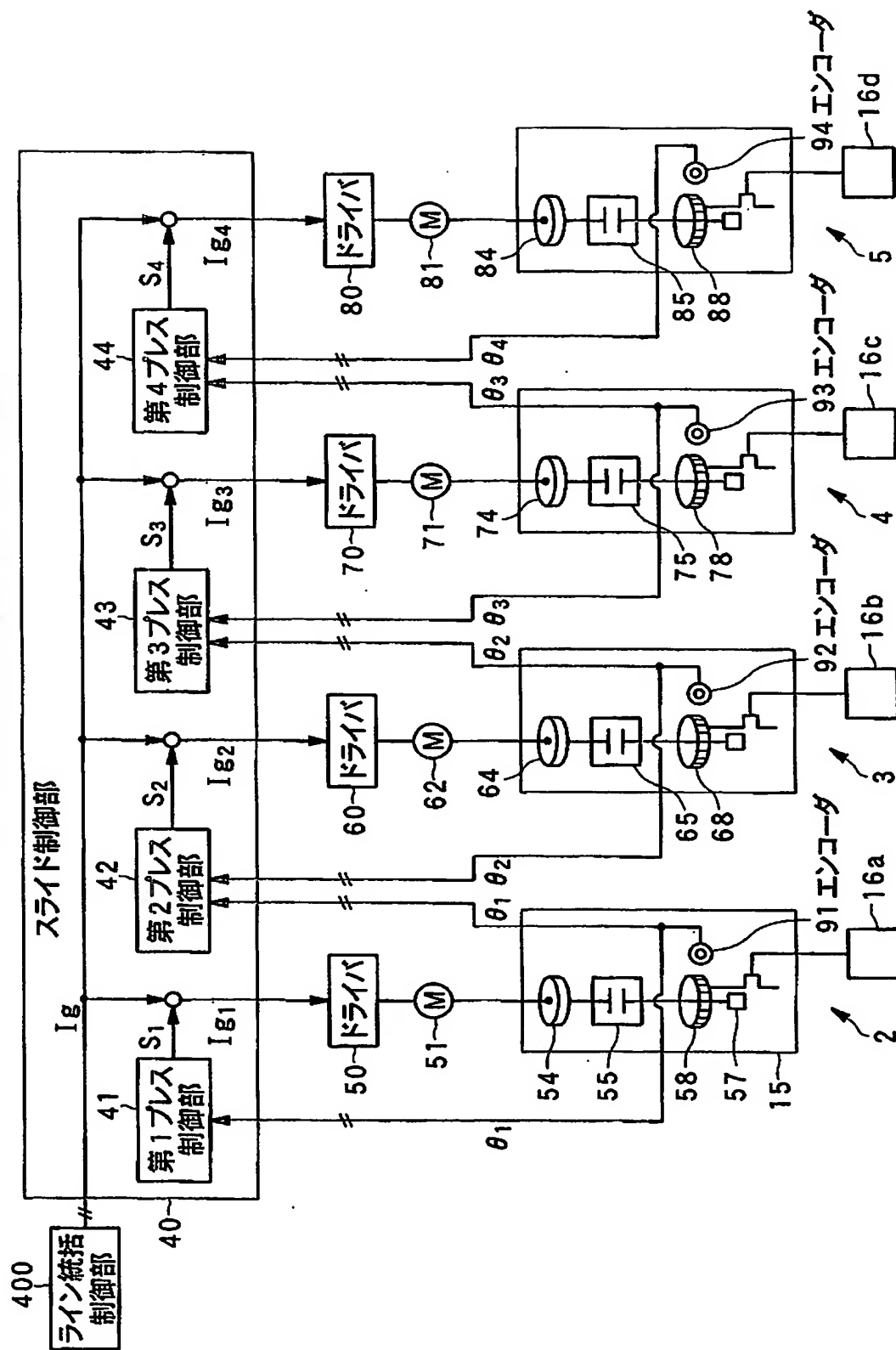


【図 3】

ワーク搬送装置の正面図

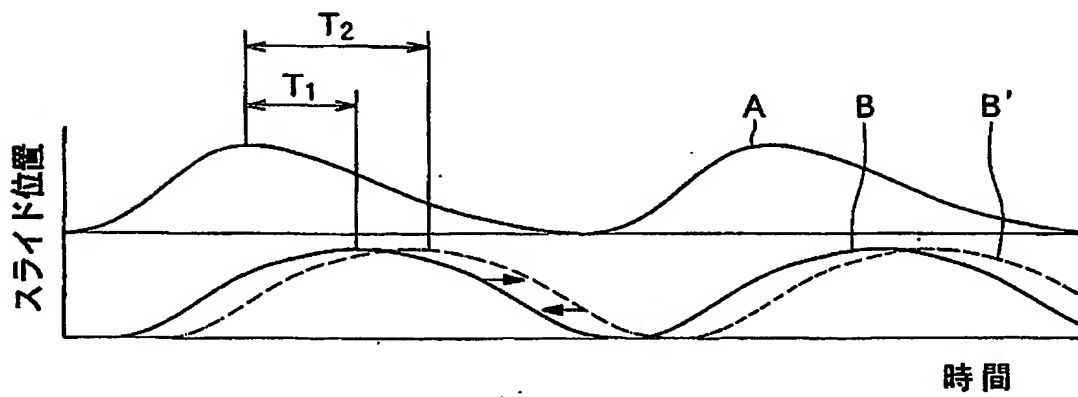


第1のプレス制御に係る制御システム構成図



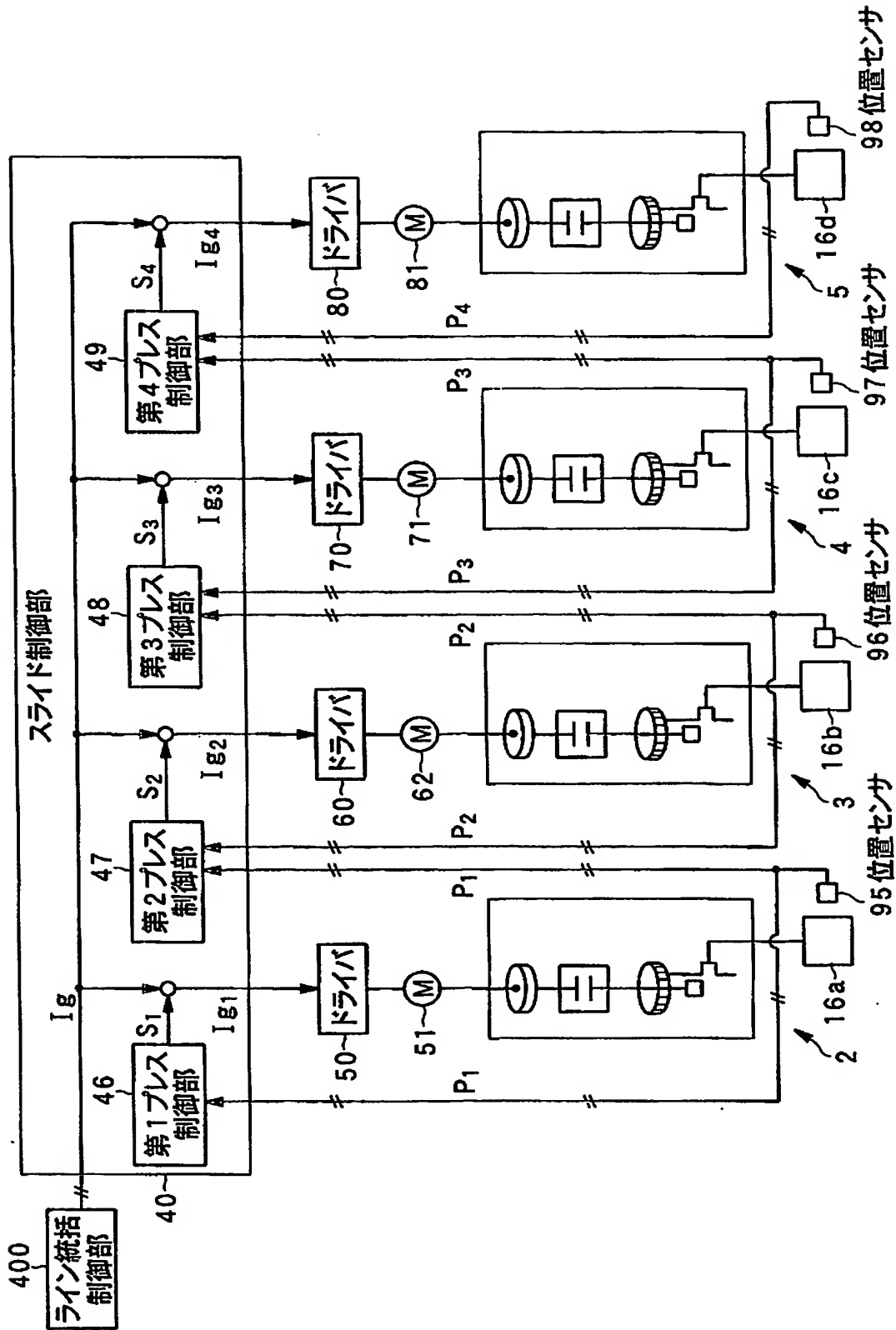
【図 6】

スライド位置を時間経過と共に示す図



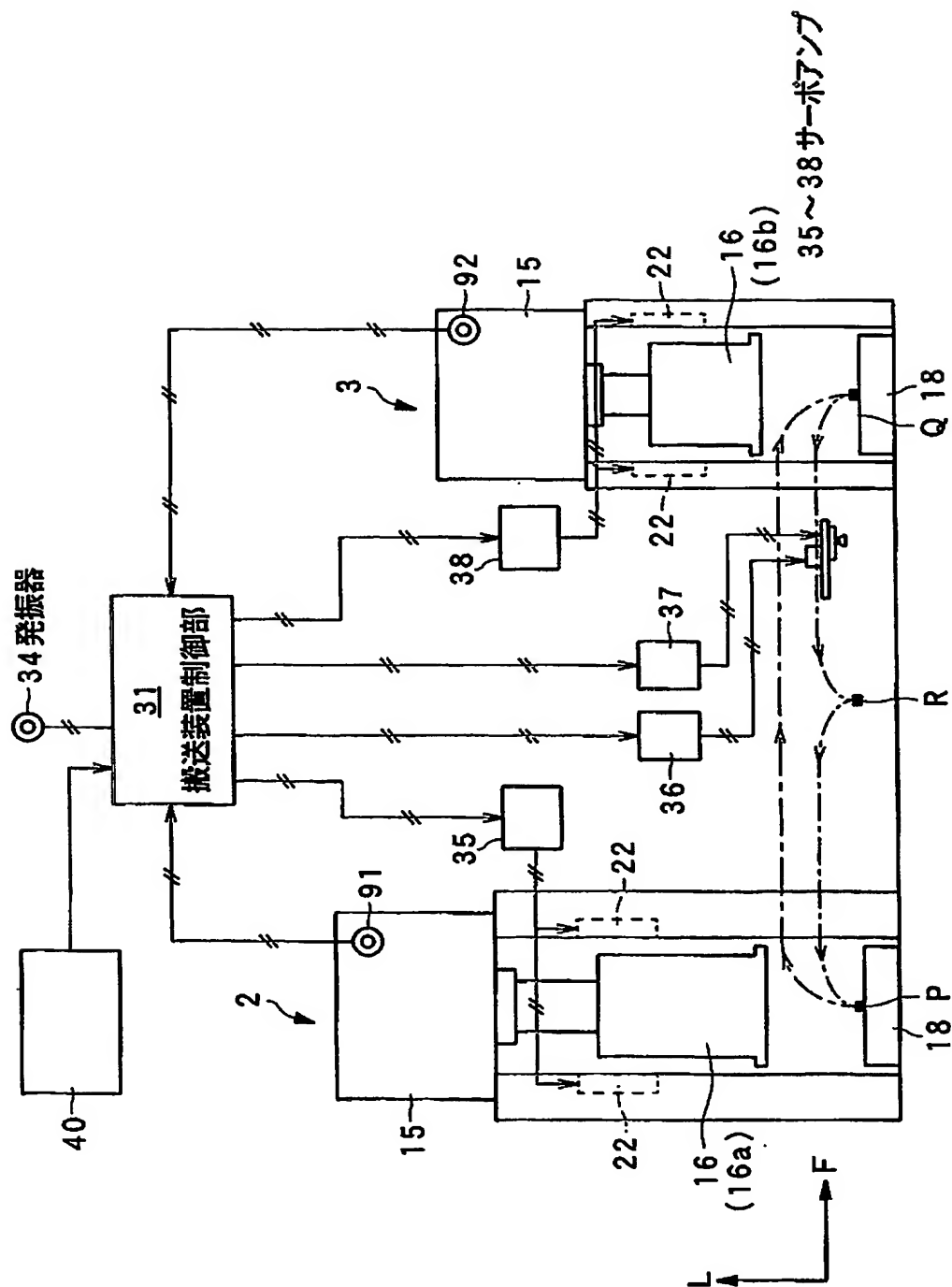
【図 7】

第2のプレス制御に係る制御システム構成図



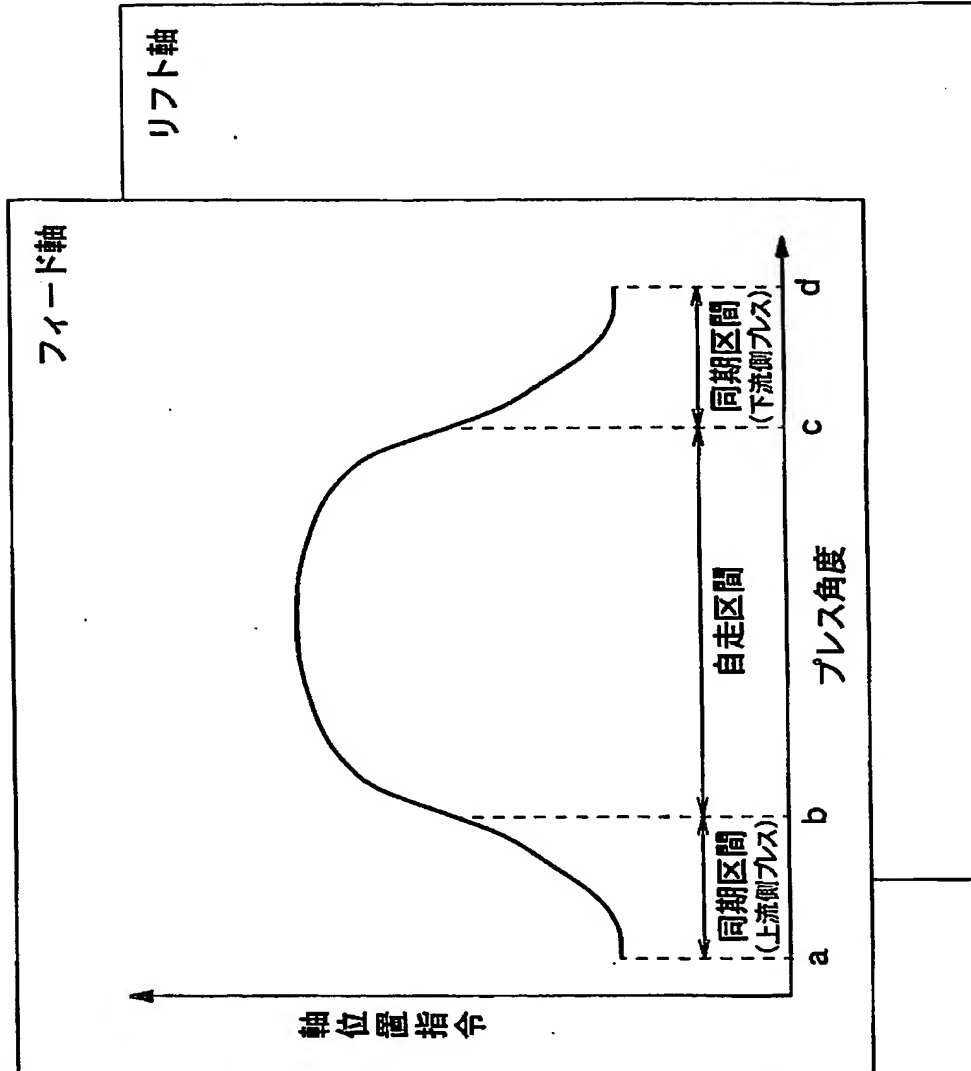
【図8】

ワーク搬送制御に係る制御システム構成図



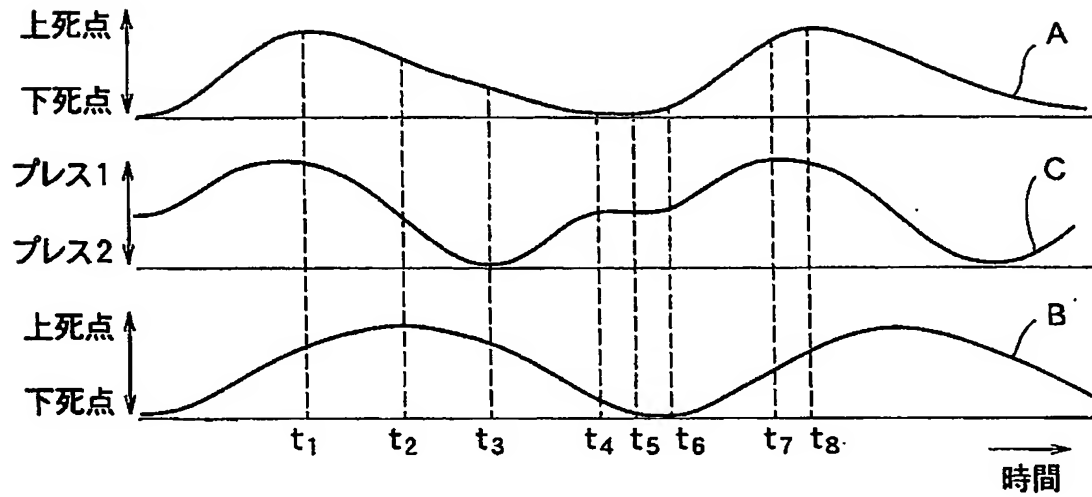
【図 9】

フィードモーション図



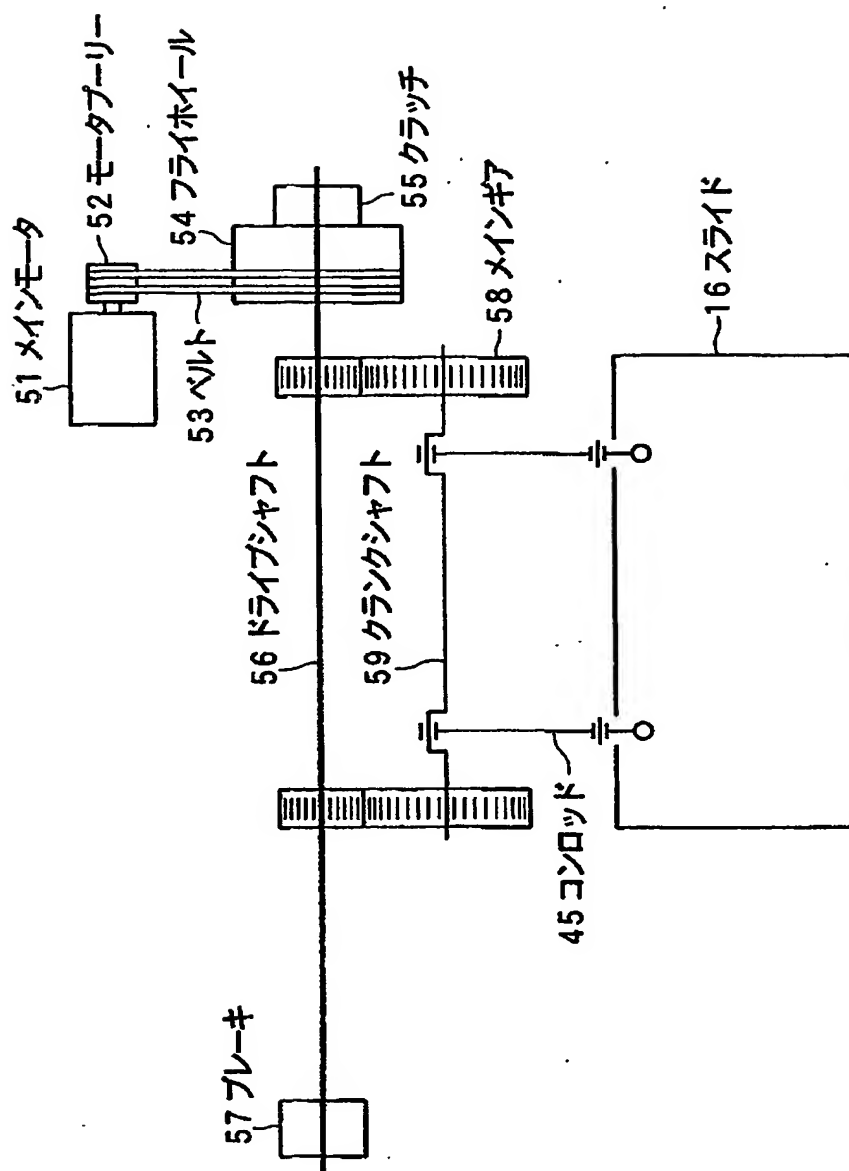
【図 10】

隣接するプレス機のスライド位置とワーク搬送装置の
位置を時間経過と共に示す図



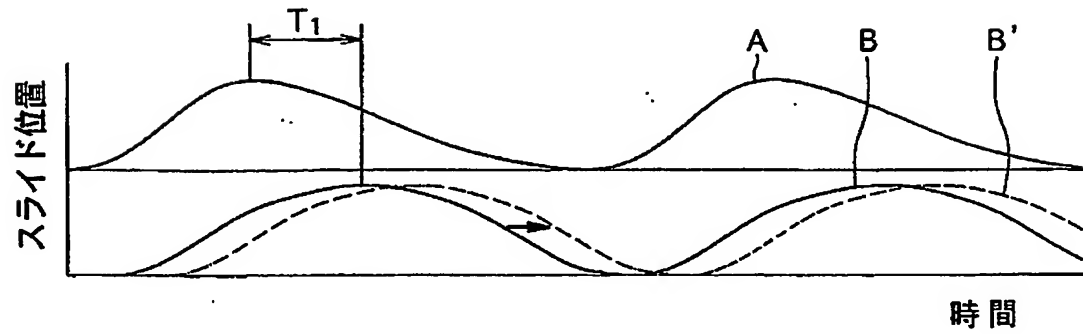
【図 11】

駆動機構の模式図



【図 12】

スライド位置を時間経過と共に示す図



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

プレス成形の生産効率を向上させると共に、メンテナンスコストおよびメンテナンス頻度を低減させる。

【解決手段】

第 1 プレス 2 のプレス角度と、第 2 プレス 3 のプレス角度の角度差が一定となるように、第 2 プレス 3 のメインモータ 6 1 の回転速度が制御される。また、第 1 プレス 2 からのワークの搬出の際には、第 1 プレス 2 プレス角度に基づきワーク搬送装置 1 0 が制御される。第 2 プレス 3 へのワークの搬入の際には、第 2 プレス 3 のプレス角度に基づきワーク搬送装置 1 0 が制御される。更に、ワークの搬送の際には、ワーク搬送装置を制御する搬送装置制御部 3 1 からの信号に基づきワーク搬送装置 1 0 が制御される。

【選択図】 図 1 0

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-126504
受付番号	50300730415
書類名	特許願
担当官	工藤 紀行 2402
作成日	平成15年 5月12日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成15年 5月 1日
【特許出願人】	
【識別番号】	000001236
【住所又は居所】	東京都港区赤坂二丁目3番6号
【氏名又は名称】	株式会社小松製作所
【代理人】	申請人
【識別番号】	100071054
【住所又は居所】	東京都中央区湊1丁目8番11号 千代ビル6階 木村内外国特許事務所
【氏名又は名称】	木村 高久
【代理人】	
【識別番号】	100106068
【住所又は居所】	東京都中央区湊1丁目8番11号 千代ビル6階 木村内外国特許事務所
【氏名又は名称】	小幡 義之

次頁無

特願 2 0 0 3 - 1 2 6 5 0 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 1 2 3 6]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区赤坂二丁目 3 番 6 号

氏 名

株式会社小松製作所